

Anexo Detallamiento De Submuración Como Propuesta De Intervención de la Escuela Rural San Antonio de la Cruz, Verada San Antonio del Municipio de Guadalupe Santander.

Presentado por:

Ing. Saúl Antonio Cortés Durán

Asesora:

Diana Mylena Zambrano Vásquez

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización en Patología de la Construcción

2025

Contenido

Intervención	4
Submuración por tramos	4
Especificaciones Técnicas	4
Submuración	4
Viga perimetral de amarre	5
Pasos para implementar la Submuración por tramos	6
Sugerencias con Base Técnica y Normativa (NSR-10)	7
Conclusiones	8
Referencias	8

Lista de Figuras

Figura 1. Intervención muro de estudio.....	4
Figura 2. Armado para la Submuración en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz	5
Figura 3. Armado de la viga para soporte de cargas verticales en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz.....	5
Figura 4. Corte general para la intervención en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz	6

Intervención

Figura 1.

Intervención muro de estudio.

Tipo de Intervención	Descripción
Refuerzo	• Inyección de mortero epóxico en fisuras para sellado inicial. • Helibarras insertadas en corte y juntas para crear cadenas horizontales. • Zuncho perimetral de concreto $f'c \geq 175 \text{ kg/cm}^2$ con acero $f_y \geq 4200 \text{ kg/cm}^2$, anclado a columnas y muros.
Sustitución	• Demolición parcial de tramos muy dañados y reconstrucción con mampostería confinada. • Sustitución de tramos de revoco por mortero reforzado con fibra para mejorar adherencia y resistencia.
Mejora Funcional	• Incorporación de malla de fibra de vidrio en acabado para controlar fisuración superficial. • Aplicación de recubrimiento impermeable para evitar capilaridad y expansión por humedad. • Instalación de dibujos de juntas de control para dirigir posibles fisuras a zonas reparables.

Fuente: propia

Nota: teniendo en cuenta lo revisado hasta el momento, el origen de la falla no está controlado, siendo la causa principal de esta patología en el muro de mampostería los asentamientos diferenciales presentes en el suelo portante de la estructura, por lo tanto la intervención al muro relacionada en la tabla anterior, se debe realizar una vez se controle la causa principal (asentamiento), para lo cual se propone la siguiente solución:

Submuración por tramos

El método de submuración por tramos alternados es una técnica de intervención estructural utilizada para reforzar cimentaciones existentes, especialmente en edificaciones antiguas o estructuras con asentamientos diferenciales o debilidad en el terreno de apoyo. El objetivo principal es reemplazar, de manera controlada y segura, el suelo natural o el material deteriorado ubicado bajo las cimentaciones por un elemento estructural de concreto armado, que proporcione mayor capacidad portante y estabilidad a la estructura (Chudley & Greeno, 2014).

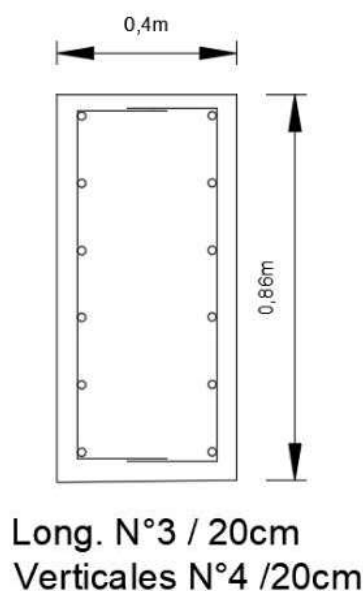
Especificaciones Técnicas

Submuración

- Dimensiones sugeridas por tramo: (1.0 m a 1.5m largo $\times$ 0.40 m ancho $\times$ 0.86 m profundidad).
- Acero de refuerzo: Varillas verticales y horizontales No. 4 (1/2") cada 20 cm en ambas caras cumpliendo y recubrimientos conforme a la normativa vigente.
- Concreto: $f'c = 3000 \text{ psi}$ con aditivos impermeabilizantes (sika-1 o similar).
- Secuencia: tramos intercalados cada 1 m-1.5m. Pasadas 48 horas, se intervienen los tramos intermedios.

Figura 2.

Armado para la Submuración en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz



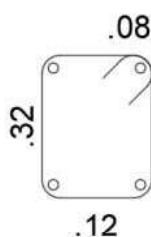
Fuente: Propia

Viga perimetral de amarre

Se propone una viga de atado de 20×40 cm instalada bajo la línea de carga vertical de la estructura, reforzada con cuatro varillas N°4 en sentido longitudinal y estribos en varillas N°3 cada 15 cm adosados a la submuración. Esta viga está diseñada para soportar las cargas verticales, mientras que el muro asumirá las cargas laterales. Adicionalmente, se debe incorporar un sistema de drenaje perimetral compuesto por tubería de 4" rodeada de grava filtrante, envuelta en geotextil y conectada a cajas de registro para facilitar las labores de mantenimiento.

Figura 3.

Armado de la viga para soporte de cargas verticales en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz

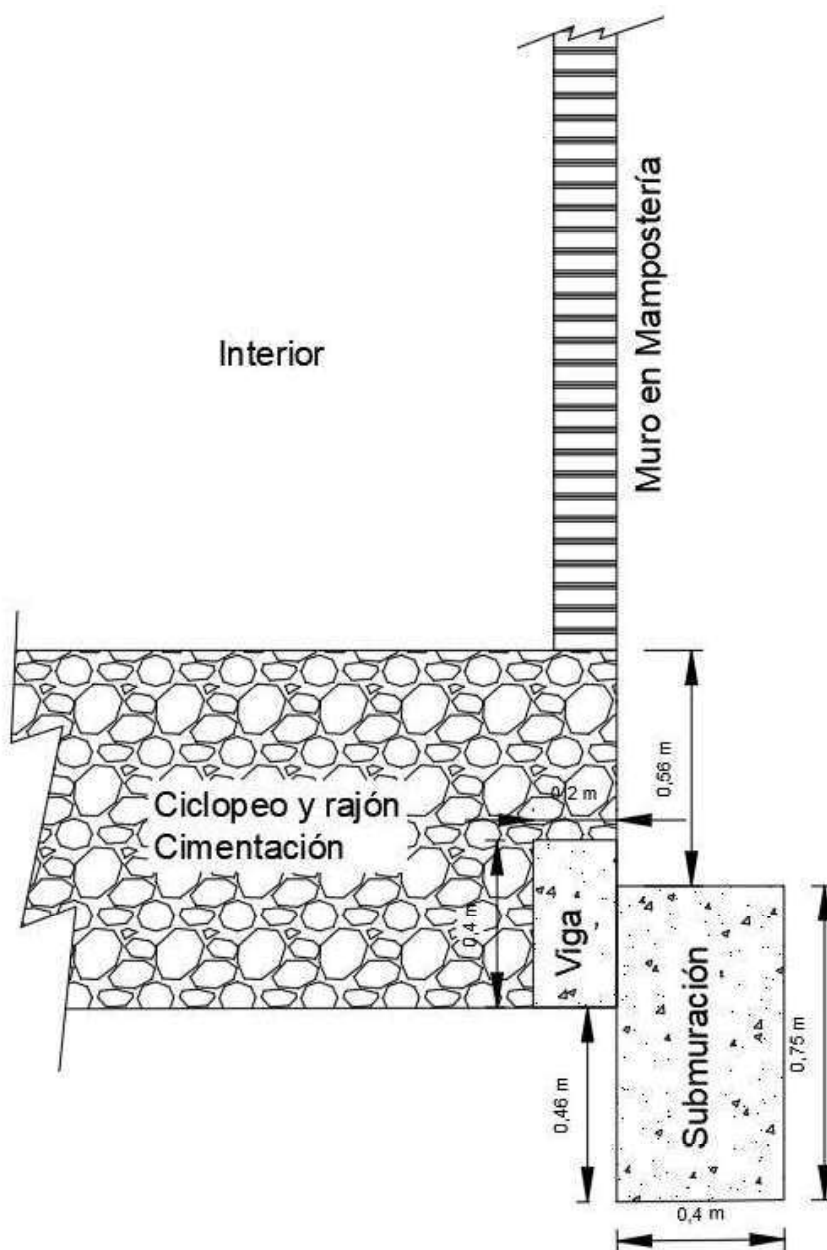


Est.N3 L=1.04m(12x32cm)

Fuente: Propia

Figura 4.

Corte general para la intervención en la Escuela Rural San Antonio de la Cruz



Fuente: Propia

Pasos para implementar la Submuración por tramos

1. Identificación de los tramos: Se debe realizar una división en tramos para la cimentación de 1 metro a 1.5 metros, dejando espacios inicialmente sin intervenir.
2. Excavación: la excavación a realizar debe ser manual en los tramos seleccionados, que sea controlada con apuntalamiento temporal.

3. Colocación del concreto: una vez con la formaleta para las secciones a vaciar se procede a la colocación del concreto estructural de alta resistencia de 3000 psi
4. Pasadas 48 horas se procede a fundir o vaciar el concreto en los tramos restantes, esto se basa en el principio de construcción por alternancia para mantener la estabilidad de la edificación durante la intervención (Chudley & Greeno, 2014).
5. Una vez completados los muros fundidos, se obtiene una cimentación que reemplaza el apoyo original (suelo)

Sugerencias con Base Técnica y Normativa (NSR-10)

Estudio geotécnico complementario (Título A.2):

Realizar ensayos de penetración estándar (SPT) y clasificación de suelo para definir Clase de Suelo y actualizar el espectro de diseño sísmico.

Dimensionamiento sísmico (Título A.3):

Recalcular acción sísmica usando Zona 4 ($C_s \geq 0,16$) e importancia III (escuelas), aplicando factores de ductilidad y redundancia que exige la NSR-10.

Confinamiento y ductilidad (Título C):

Diseñar y ejecutar zuncho perimetral y cadenas horizontales de concreto armado, según C.1.6.2. - Incorporar armaduras de anclaje $\varnothing 3/8"$ en juntas y esquinas conforme a C.1.6.4.

Control de calidad y materiales (Título A.4):

Certificar que el mortero alcance resistencia ≥ 5 MPa y que el hormigón estructural $f'_c \geq 175$ kg/cm². - Registrar y verificar control de producción, transporte y curado de materiales.

Monitoreo y mantenimiento:

Instalar fisurómetros en las grietas críticas para evaluar la eficacia del refuerzo. - Programar inspecciones cada seis meses, ajustando intervenciones según la evolución de las fisuras y el comportamiento post-refuerzo.

Conclusiones

El muro de mampostería presenta un comportamiento frágil y vulnerable ante sollicitaciones sísmicas, evidenciado por fisuras casi horizontales a media altura y escalonamientos en la unión con columnas, resultado de la ausencia de elementos de confinamiento y del incumplimiento de criterios básicos de diseño sísmico (NSR-10 Títulos A y C).

La incorporación de un sistema de refuerzo mixto (viga de atado, helibarras y zuncho perimetral de concreto armado) junto a la ejecución de un correcto drenaje perimetral y una intervención en la cimentación resolverán tanto las deficiencias estructurales como el potencial deterioro por humedad, permitiendo transformar el muro en un elemento más dúctil y resistente al corte y flexión fuera de plano.

Un plan de monitoreo continuo y control de calidad de materiales (certificación de resistencias de mortero y hormigón, inspecciones semestrales y fisurómetros) es esencial para validar la efectividad de las reparaciones y asegurar que el elemento cumpla con los coeficientes sísmicos y las derivas límite establecidas por la NSR-10, garantizando así la seguridad de la comunidad educativa.

Referencias

ASTM International. (2014). *Standard test methods for small clear specimens of timber (ASTM D143-14)*.

Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). McGraw-Hill.

Gutiérrez, J. (2015). *Patología de la edificación: Diagnóstico y rehabilitación*. Ediciones UPC.

Llorens, M., & Hernández, A. (2016). *La madera en la construcción: Patologías y soluciones*. Editorial Reverté.

Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). *Guía de inspección y diagnóstico estructural*. Bogotá: MVCT.

Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson.

Chudley, R., & Greeno, R. (2014). *Building construction handbook* (11th ed.). Routledge.